

抗撕裂树脂在耐寒橡胶履带中的应用

王宇¹,王克成²

(1. 天津万达轮胎集团有限公司, 天津 300402; 2. 浙江富铭工业机械有限公司, 浙江 临海 317000)

摘要:研究抗撕裂树脂在耐寒橡胶履带中的应用。结果表明:与生产配方硫化胶相比,加入抗撕裂树脂的试验配方硫化胶的撕裂强度、耐屈挠龟裂性能明显提高,阿克隆磨耗量降低,耐热空气老化性能相差不大;采用试验配方的耐寒橡胶履带成品的抗裂口增长和抗崩花掉块性能提高,可有效地避免雪水渗入裂口侵蚀带体钢丝而导致带体断裂以及履带失效现象的发生,有利于延长橡胶履带的使用寿命。

关键词:抗撕裂树脂;耐寒橡胶履带;抗裂口增长性能;耐磨性能;使用寿命

中图分类号:TQ332.6;TQ333.2

文章编号:2095-5448(2022)07-0340-04

文献标志码:A

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2022.07.0340



OSID开放科学标识码
(扫码与作者交流)

近年来,橡胶履带机械在我国北方地区的应用越来越普及,如土地旋耕、田间播种、水稻收割等。有些地区由于地势低洼,遇到秋季阴雨连绵时,农作物需要等到进入冬季后土地结冻、大雪覆盖农田时才能抢收,气温甚至达到 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。在低温环境下使用的橡胶履带,易发生带体表面被尖利的农作物秸秆、根茬、坚硬的冻土划伤和刺破而形成一道道裂口,机械行驶中裂口扩展速度加快,使带体表面裂口数量增多、面积增大,雨水、雪水通过裂口渗入侵蚀带体钢丝使带体抗拉强度下降,导致带体断裂、履带失效。因此,提高橡胶履带的耐寒性能和抗裂口增长性能十分必要。

顺丁橡胶(BR)具有良好的耐寒性能^[1-3],采用天然橡胶(NR)和BR并用体系,橡胶履带的脆性温度可从 $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 降至 $-62\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。但是NR并用BR后带体的抗切割性能和抗裂口增长性能明显下降^[4-5]。抗撕裂树脂化学组分中的烃类功能基团^[6-7]可有效提高非极性橡胶的抗撕裂性能和耐屈挠龟裂性

能,在混炼时可以降低胶料门尼粘度、提高胶料的粘性。

本工作研究抗撕裂树脂在耐寒橡胶履带中的应用,以期为延长橡胶履带制品的使用寿命提供参考。

1 实验

1.1 主要原材料

NR,SCR10,海南天然橡胶产业集团股份有限公司产品;BR,牌号9000LD,中国石油化工股份有限公司茂名分公司产品;炭黑N220和N234,山西永东化工股份有限公司产品;沉淀法白炭黑,寿光市邦泽化工有限公司产品;间接法氧化锌,优锦化工(上海)有限公司产品;硬脂酸,淄博市临淄双洋福利油脂有限公司产品;防老剂4010和RD,宁波艾克姆新材料股份有限公司产品;防老剂MB,蔚林新材料科技股份有限公司产品;微晶蜡,沧州市双峰蜡业科技有限公司产品;橡胶抗疲劳剂PL-600,阜阳宏利化工有限公司产品;抗撕裂树脂,无锡东材科技有限公司产品;分散剂,山东阳谷华泰化工股份有限公司产品;硫黄,山东双兴新材料有限公司产品;促进剂TBBS,科迈化工股份有限公司产品。

作者简介:王宇(1986—),男,黑龙江牡丹江人,天津万达轮胎集团有限公司工程师,学士,主要从事轮胎和橡胶履带的设计与工艺管理工作。

E-mail:wangyu_5522@126.com

1.2 配方

生产配方:NR 55, BR 45, 炭黑N220/N234 52, 白炭黑 8.5, 间接法氧化锌 4.5, 硬脂酸 1.8, 防老剂4010/RD/MB 4.5, 微晶蜡 1.5, 芳烃油 6, 分散剂 2, 橡胶抗疲劳剂 3, 硫黄 1.6, 促进剂TBBS 1.8, 其他 3。

试验配方:用抗撕裂树脂等量替代橡胶抗疲劳剂,其余组分及用量与生产配方相同。

1.3 主要设备和仪器

1 L小型加压翻斗式密炼机和X(S)K-160型开炼机,威福兴机械(上海)有限公司产品;GK-160E型密炼机、XK660型开炼机和XJY-SZ602×250型双螺杆挤出机,大连华韩橡塑机械有限公司产品;LK2117型无转子硫化仪和LK2118型门尼粘度仪,东莞力控仪器科技有限公司产品;XLB-450×450型平板硫化机、WML-76型阿克隆磨耗试验机、WPL-100型橡胶数显疲劳试验机和JDL5600D型电子万能试验机,扬州市天发试验机械有限公司产品;Y3000E型压缩生热试验机,北京友深电子仪器有限公司产品;401A型热老化试验箱,江苏明珠试验机械有限公司产品。

1.4 试样制备

小配合试验胶料分两段混炼。一段混炼在小型加压翻斗式密炼机中进行,转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,混炼工艺为:加生胶90 s→提压砣,加小料、炭黑和白炭黑→压砣120 s→提压砣,加芳烃油→压砣90 s→提压砣→排胶,停放4 h。二段混炼在X(S)K-160型开炼机上进行,混炼工艺为:加一段混炼胶,包辊→加硫黄、促进剂→割刀6次→薄通、打卷4次后下片。

大配合试验胶料分两段混炼,均在GK-160E型密炼机中进行。一段混炼转子转速为 $40 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,压力为14 MPa,密炼室初始温度为120 °C,混炼工艺为:加生胶60 s→加白炭黑、炭黑及小料70 s→提压砣、清扫→压砣40 s→加芳烃油40 s→提压砣→排胶至双螺杆挤出机,出片。胶片浸隔离液冷却、风冷吹干、落片,停放8 h。二段混炼转子转速为 $20 \text{ r} \cdot \text{min}^{-1}$,压力为10 MPa,密炼室初始温度为80 °C,混炼工艺为:加一段混炼胶10 s→加硫黄、促进剂60 s→提压砣5 s→压砣60 s→提压砣→排胶。胶料在XK660型开炼机上捣胶、下

片。胶片浸隔离液冷却、风冷吹干、停放8 h。

1.5 胶料性能测试

胶料各项性能均按照相应国家标准测试。

2 结果与讨论

2.1 理化性能分析

抗撕裂树脂的理化性能见表1。

表1 抗撕裂树脂的理化性能

项 目	实测值	指标 ¹⁾	试验方法
外观	淡黄色粒状	淡黄色粒状	在自然光线下目测
软化点/°C	110	80~120	GB/T 12007.6—1989
灰分质量分数 ²⁾	0.025	≤0.03	GB/T 11409—2008

注:1)企业标准Q/320282HEY004—2019;2)试验条件为 $900 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 1 \text{ h}$ 。

从表1可以看出,抗撕裂树脂的理化性能测试达到企业标准要求。

2.2 小配合试验

小配合试验结果如表2所示。

从表2可以看出:与生产配方胶料相比,试验配方胶料的 F_{max} 略降低, t_{10} 延长;与生产配方硫化胶相比,试验配方硫化胶的撕裂强度、耐屈挠龟裂性能明显提高,阿克隆磨耗量降低;邵尔A型硬度、拉伸强度、拉断伸长率和脆性温度相当; $70 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 96 \text{ h}$ 热空气老化后,硫化胶的邵尔A型硬度变化、拉伸

表2 小配合试验结果

项 目	试验配方		生产配方	
硫化仪数据(150 °C)				
$F_L / (\text{dN} \cdot \text{m})$	0.65		0.68	
$F_{\text{max}} / (\text{dN} \cdot \text{m})$	1.56		1.68	
t_{10} / min	5.92		5.60	
t_{90} / min	9.62		9.42	
硫化时间(150 °C)/min	20	30	20	30
邵尔A型硬度/度	61	62	61	62
300%定伸应力/MPa	8.3	9.7	8.4	9.8
拉伸强度/MPa	20.3	20.5	20.3	20.2
拉断伸长率/%	529	510	523	499
撕裂强度/ $(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	124	116	100	93
6级裂口屈挠次数 $\times 10^{-4}$	8		6	
阿克隆磨耗量/ cm^3	0.21	0.19	0.26	0.25
脆性温度(多试样法)/°C	-61		-61	
$70 \text{ }^{\circ}\text{C} \times 96 \text{ h}$ 热空气老化后				
邵尔A型硬度变化/度	+1	+1	+1	0
拉伸强度变化率/%	-21.3	-20.7	-22.8	-18.6
拉断伸长率变化率/%	-18.5	-17.8	-18.2	-19.1

强度变化率和拉伸伸长率变化率相差不大。

2.3 大配合试验

大配合试验一段和二段混炼胶的快检结果见表3。

表3 大配合试验一段和二段混炼胶的快检结果

项 目	一段混炼胶		二段混炼胶	
	试验配方	生产配方	试验配方	生产配方
门尼粘度[ML(1+4)100℃]	70	75	60	65
门尼焦烧时间 t_5 (120℃)/min			26	21
密度/(Mg·m ⁻³)	1.141	1.141	1.142	1.142
邵尔A型硬度/度			62	62

从表3可以看出,与生产配方胶料相比,试验配方胶料的门尼粘度降低,门尼焦烧时间延长,加入抗撕裂树脂对工艺性能无不良影响。

大配合试验结果见表4。

表4 大配合试验结果

项 目	试验配方		生产配方	
硫化仪数据(150℃)				
F_L /(dN·m)	0.65		0.69	
F_{max} /(dN·m)	1.57		1.66	
t_{10} /min	5.77		5.52	
t_{90} /min	9.88		9.77	
硫化时间(150℃)/min	20	30	20	30
邵尔A型硬度/度	62	63	62	63
300%定伸应力/MPa	8.6	9.0	8.9	9.9
拉伸强度/MPa	21.2	20.8	20.2	21.2
拉伸伸长率/%	523	518	513	509
撕裂强度/(kN·m ⁻¹)	121	119	97	96
6级裂口屈挠次数×10 ⁻⁴		8		6
阿克隆磨耗量/cm ³	0.21	0.19	0.25	0.24
脆性温度(多试样法)/℃		-62		-62
70℃×96h热空气老化后				
邵尔A型硬度变化/度	+1	+1	+1	+2
拉伸强度变化率/%	-20.9	-19.7	-20.0	-19.4
拉伸伸长率变化率/%	-20.3	-18.8	-21.5	-19.4

从表4可以看出,与生产配方硫化胶相比,试验配方硫化胶的物理性能更佳,且大配合试验胶料的硫化特性和物理性能变化趋势与小配合试验胶料基本一致。表明加入抗撕裂树脂后,胶料的硫化特性和物理性能更优异。

2.4 成品装车试验

采用试验配方胶料在150℃/20MPa×90min

硫化条件下制备60条400×90×65规格成品橡胶履带,发往吉林地区进行装车试验,完成春季土地旋耕、田间播种、秋季农作物收割等工作。部分装车地区入冬开始抢收时,气温已达到-10℃以下,大雪覆盖农田,橡胶履带机械行驶时,带体表面易被尖利的农作物秸秆、根茬划伤或刺破。装车试验结果表明,采用试验配方的橡胶履带带体裂口扩展速度明显减缓,橡胶履带的抗裂口增长和抗崩花掉块性能明显提高,可有效地避免因雪水渗入裂口侵蚀带体钢丝而导致带体断裂现象的发生,从而延长橡胶履带的使用寿命。

采用试验配方的橡胶履带在三包期内没有发生因带体断裂而导致橡胶履带失效的情况,试验达到预期目标,受到客户的认可和好评。

3 结论

(1)与生产配方胶料相比,添加抗撕裂树脂的试验配方胶料的 F_{max} 略降低, t_{10} 延长,撕裂强度、耐屈挠龟裂性能明显提高,阿克隆磨耗量降低,耐热空气老化性能相差不大。

(2)采用试验配方的耐寒橡胶履带成品的抗裂口增长和抗崩花掉块性能提高,可有效地避免因雪水渗入裂口侵蚀带体钢丝而导致带体断裂以及橡胶履带失效现象的发生,从而延长橡胶履带的使用寿命。

参考文献:

- [1] 云霄,王伟,闫平,等.国产稀土顺丁橡胶在全天候轮胎和冬季轮胎胎面胶中的应用研究[J].轮胎工业,2017,37(4):211-215.
- [2] 许晋国.不同品种顺丁橡胶性能比较[J].广东化工,2018,45(17):43-45.
- [3] 林广义,孔令伟,井源,等.碳纤维/石墨烯协同改性天然橡胶/顺丁橡胶并用胶的性能研究[J].橡胶工业,2018,65(8):860-865.
- [4] 姜在升,潘蔡艳.工程机械橡胶履带耐切割配方设计[J].中国橡胶,2021,37(5):60-61.
- [5] 黄黔,黄凯,杨尚毅.抗切割树脂CSR200在全钢工程机械子午线轮胎胎面胶中的应用[C].赛轮金宇杯第19届中国轮胎技术研讨会论文集.武夷山:中国化工学会,2017:370-372.
- [6] 韦帮风,索平.匀化抗撕裂剂在矿用工程机械轮胎胎面上层胶中的应用[J].橡胶科技,2016,14(8):22-24.
- [7] 高小刚,徐立飞,卢健.新型抗撕裂剂AT-KL在子午胎胎面胶中的应用[J].中国橡胶,2015,31(23):46-48.

收稿日期:2022-01-22

Application of Anti-tear Resin in Cold-resistant Rubber Track

WANG Yu¹, WANG Kecheng²

(1. Tianjin Wanda Tire Group Co., Ltd., Tianjin 300402, China; 2. Zhejiang Fuming Industrial Machinery Co., Ltd., Linhai 317000, China)

Abstract: The application of anti-tear resin in cold-resistant rubber track was studied. The results showed that, compared with the production formula vulcanizate, the tear strength and flexural cracking resistance of the experimental formula vulcanizate with anti-tear resin were improved, the Akron abrasion loss was reduced and the hot air aging resistance was similar. The crack growth resistance and chipping resistance of the cold-resistant rubber track products with the experimental formula were improved, which could prevent snow water from penetrating into cracks and eroding the steel wires of the belt, thereby effectively preventing belt fracture and rubber track failure, and extending the service life of rubber tracks.

Key words: anti-tear resin; cold-resistant rubber track; crack growth resistance; wear resistance; service life

《橡胶工厂综合监控系统设计规范》等6项 新制修订行业标准即将实施

日前,工业和信息化部批准发布2022年第10

号公告,批准555项行业标准,其中与橡胶相关的
《橡胶工厂综合监控系统设计规范》等6项行业标
准(见表1)即将实施。

表1 6项橡胶相关新制修订行业标准

标准编号	标准名称	标准主要内容	代替标准	实施日期
HG/T 22818—2022	橡胶工厂综合监控系统设计规范	本文件主要内容包括总则、术语、基本规定、系统组成、系统功能、系统性能、软件设计、接口设计及机房工程,适用于新建、改建、扩建橡胶工厂监控系统的设计。		2022年10月1日
HG/T 22819—2022	橡胶工厂物流设计规范	本文件主要内容包括总则、术语、基本规定、物流设计、物流设备及物流信息化系统,适用于橡胶工厂物流系统的设计。		2022年10月1日
JB/T 10706—2022	机械密封用氟塑料全包覆橡胶O形圈	本文件规定了机械密封用氟塑料全包覆橡胶O形圈的术语和定义、尺寸系列及公差、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存以及安装注意事项,适用于机械密封用氟塑料全包覆橡胶O形圈的制造。	JB/T 10706—2007	2022年10月1日
QC/T 624—2022	橡胶堵塞	本文件规定了A型橡胶堵塞和B型橡胶堵塞的型式与尺寸、技术要求和试验方法,适用于车身薄壁圆孔直径 D_0 为12~60 mm的汽车用A型橡胶堵塞及车身薄壁矩形孔尺寸为8 mm×14 mm~25 mm×31 mm的汽车用B型橡胶堵塞。	QC/T 624—2013	2022年10月1日
CB/T 4518—2022	船用橡胶接管	本文件规定了船用橡胶接管的分类和标记、要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存,适用于工作温度为-10~80 ℃的海水、淡水、燃油、滑油、空气等船舶管路用补偿、减振连接件的设计、制造和验收。	CB 798—1979, CB/T 965—1995	2022年10月1日
CB/T 4521—2022	船舶行业企业工业管道和气体橡胶软管安全管理规定	本文件规定了船舶行业企业工业管道、气体橡胶软管的安全管理职责、安全技术和使用要求。文件适用于船舶行业企业对工业管道、气体橡胶软管的日常安全管理;不适用于工业管道的设计、建设。所指工业管道包括输送氧气、乙炔、燃气(丙烯、丙烷、天然气、石油气、甲基乙炔-丙二烯混合物、甲烷、煤气等)、二氧化碳气、氮气、氩气、压缩空气、淡水、热水等的管道。		2022年10月1日

(本刊编辑部)